Évolution paradigmatique de la pensée dans la construction noétique des sciences du vivant

PAR JOSEPH-PAUL BEAUFAYS

RÉSUMÉ

Le regard de l'homme sur l'animal a changé dans nos sociétés occidentales postmodernes. Hier encore outil au service de l'homme, l'animal est en train d'acquérir aujourd'hui le statut d'être sensible. Cette mutation accompagne une révision de la place de l'Homme dans l'univers, conséquence d'un ensemble de révolutions scientifiques. Parallèlement, on assiste à une évolution paradigmatique dans le domaine des sciences du vivant : alors que les pères de la médecine abordaient les pathologies sous le seul angle de leur aspect morphologique, le XIX[e] siècle a ouvert la voie à une approche chimique de la vie, à laquelle s'est désormais adjointe une approche cybernétique.

MOTS CLÉS :

Expérimentation animale – Statut de l'animal – Anthropocentricisme – Biocentrisme – Animal-machine – Animal programmé – Animal auto-organisé

1. L'homme «décentré»

En Occident, l'éthique et le droit se fondent sur une distinction radicale entre deux concepts : les personnes, qui possèdent une dignité et des droits correspondants, et les choses, qui ont un prix. Jusqu'il y a peu, l'animal était rangé dans cette seconde catégorie : suivant les besoins de l'homme, il était appréhendé tantôt comme un outil, tantôt comme un bioréacteur à visée expérimentale, tantôt encore comme de la viande ou une simple marchandise. Il est commode de faire remonter cette «chosifica-

tion» de l'animal à la Genèse, dont l'interprétation a longtemps servi de support à une conception anthropocentrique du monde. La nature de l'homme serait différente de celle des autres espèces vivantes. Cette vision de l'homme, en tant que point culminant de la création divine, a souvent été assimilée au droit d'asservir les animaux. En l'occurrence, il s'agit d'une première lecture superficielle des textes bibliques[1].

Tout le courant moderne des sciences cognitives le souligne, le dualisme cartésien a vécu. La découverte de «l'inscription corporelle de l'esprit», ou «enaction», tend à montrer que celui-ci est inséparable de l'expérience corporelle quotidienne. Ainsi, loin d'être cette «entité désincarnée» indépendante du monde, comme on le pensait jadis, l'esprit est en relation dynamique constante avec son environnement par le biais de la perception et de l'action. Et cela vaut tant pour l'homme que pour l'animal, dont les chemins se croisent ainsi au cœur d'une nouvelle proximité.

Les neurobiologistes ne sont pas les seuls à faire descendre l'homme du piédestal sur lequel il s'était juché : des épistémologues et d'autres scientifiques ont également revisité les places respectives de l'homme et de l'animal sur notre planète et dans l'Univers. La biologie démontre la diversité de la vie. La paléontologie confirme la thèse darwinienne de l'évolution des espèces, qui présente l'émergence de l'homme comme un épiphénomène naturel. La génétique, elle, dévoile les similitudes existant entre les génomes de l'animal et de l'homme. Ce dernier partage plus de 98 % de son patrimoine génétique avec le chimpanzé, rendant pratiquement celui-ci plus proche de l'être humain que du gorille. Quant à l'astronomie, non contente d'avoir écarté la Terre de sa position centrale dans l'Univers, elle chemine main dans la main avec cette nouvelle science pluridisciplinaire qu'est l'exobiologie (ou astrobiologie) pour se lancer à la recherche de vie extraterrestre. Pourquoi, en effet, notre planète serait-elle le seul havre de fertilité dans l'Univers?

Bref, les sciences ont désacralisé l'être humain. Ce déclin de l'anthropocentrisme a été propice au développement du biocentrisme, lequel place au cœur de sa conception du monde la vie appréhendée de manière générale et globale, et non plus à travers l'homme vu comme référence absolue. La désacralisation de l'être humain dans la société occidentale s'est accompagnée d'une prise de conscience : l'animal est lui aussi capable d'éprouver de l'affection, de la douleur et de la détresse. Un changement des mentalités s'est opéré, tant au sein de l'opinion publique qu'au sein de la communauté scientifique. Aujourd'hui, les animaux ne sont plus perçus comme des choses sans rapport avec l'homme. Ils font même souvent l'objet de sentiments de compassion et d'affection, à telle enseigne que certains d'entre eux sont considérés comme des membres à part entière de la famille.

Cette métamorphose s'est également traduite dans la sphère législative. Face à l'évolution des mentalités, le législateur a amendé les textes de loi existants. Depuis la fin des années septante, le bien-être animal est ainsi entré dans le code pénal. Mieux encore, les textes et traités juridiques les plus récents laissent entrevoir un nouveau statut pour l'animal : celui d'être sensible — certains parlent de «dé-réification» des animaux. Cette reconnaissance d'un statut propre représente un premier pas, mais est-elle suffisante pour autant?

2. L'animal reconsidéré

Le monde biomédical n'a pas échappé à la mouvance biocentrique. Les relations entre les chercheurs et les animaux d'expérience ont évolué. En effet, la perception de ces derniers par la communauté scientifique pratiquant des essais *in vivo* a été influencée tant par l'évolution générale des relations homme-animal dans la société que par l'émergence progressive de trois paradigmes[1] relatifs à la conception biologique des animaux.

1. Le concept de *paradigme* a été introduit par le physicien, historien et philosophe des sciences Thomas Kuhn. Ce dernier définit un paradigme comme un ensemble de présupposés dominants et structurants acceptés par la majorité des membres de la communauté scientifique, dans un domaine particulier de la science, à une époque donnée, dans un contexte culturel et civilisationnel déterminé.

Le premier, le paradigme de *l'animal-machine,* a prévalu dans la communauté scientifique durant le XIX^e^ siècle et le premier tiers du XX^e^ siècle. Dans cette conception, les animaux sont pratiquement assimilés à des automates et tout leur fonctionnement est expliqué par les lois de la mécanique. Bien que parfois critiquée, cette réification du vivant a permis le développement de la physiologie moderne, sous l'impulsion des travaux du médecin et physiologiste français Claude Bernard. En première analyse, et comme nous le verrons ultérieurement, elle est en assez bonne concordance avec les paradigmes morphologique et chimique de la médecine.

Prenant le relais, le paradigme d'*animal programmé* émerge petit à petit au cours du deuxième tiers du XX^e^ siècle, avec les découvertes de la nature chimique du patrimoine génétique, de son codage sous forme moléculaire et des mécanismes de régulation du métabolisme cellulaire. La génétique classique est ainsi interprétée sous l'angle de la génétique moléculaire. Cette approche de la biologie animale correspond aux paradigmes chimique et surtout cybernétique-informationnel de la médecine.

Enfin, le concept d'*animal auto-organisé*, fondé sur une analyse plus globale dans ses efforts de compréhension du vivant, s'est progressivement imposé durant le dernier tiers du XX^e^ siècle. Influencées par la physique (théorie des structures dissipatives) et les mathématiques (théorie des catastrophes), les sciences biologiques ont pu développer ce nouveau paradigme afin d'expliquer la matière vivante comme le fruit d'une auto-organisation faisant de l'individu un être organisé pour lui-même et en communauté.

C'est dans un tel contexte épistémologique évolutif, au cœur des sciences de la vie, que le concept de méthodes alternatives à l'expérimentation animale a pu éclore. S'appuyant sur les paradigmes de l'*animal programmé* et de l'*animal auto-organisé*, cette nouvelle approche considère que le recours à l'animal d'expérience n'est plus totalement indispensable pour obtenir des informations scientifiques relatives au fonctionnement du vivant. Il s'agit assurément d'une rupture avec la pensée classique en médecine. Dans le domaine des sciences humaines, l'émergence (ou le

renouveau) des questions éthiques n'est pas non plus sans incidence : elle pose la double question de la légitimité de l'expérimentation et de la responsabilité de l'expérimentateur face à l'animal de laboratoire.

Parallèlement, la perception qu'ont les chercheurs de l'animal d'expérience est en train de changer. Il n'est plus considéré comme un *réactif de laboratoire* parmi d'autres, mais comme un *être vivant sensible* capable de ressentir des émotions et de la souffrance. Cette évolution est particulièrement importante à souligner. De plus, toute expérience sur un animal vivant est soumise aujourd'hui à l'approbation d'une Commission d'éthique qui évalue son utilité et sa pertinence sur le plan méthodologique.

3. Paradigmes scientifiques en médecine

Dans la biologie moderne, le rôle de l'ADN comme support de l'information génétique est un paradigme fondamental qui n'est actuellement remis en cause par aucune nouvelle découverte scientifique majeure. Cependant, dans l'évolution de la pensée scientifique, il est courant de contester des hypothèses qui, jusqu'alors, servaient de référence : on parle de transition ou de rupture de paradigme. La médecine n'échappe pas à cette règle.

Au cours du temps, plusieurs paradigmes dominants se sont succédé et imposés. De manière très schématique, l'évolution de la pensée médicale, sur le plan épistémologique, comporte trois grandes étapes caractérisées respectivement par les paradigmes morphologique, chimique et informationnel. Cette succession de conceptions est probablement à l'origine du développement actuel de la médecine factuelle, dénommée en anglais *Évidence Based Medicine*. Examinons à présent chacune de ces trois étapes. Le lecteur souhaitant approfondir ce point particulier lira avec intérêt la synthèse *Scientific paradigms in medicine* de Jürgen Drews, dont les paragraphes suivants sont inspirés (Drews 1992).

3. 1 – Paradigme morphologique

Le *paradigme morphologique* est l'un des premiers à avoir dominé la pensée médicale. Selon cette approche, chaque pathologie doit imprimer sa marque dans la structure des tissus ou des organes concernés. Dès le quatrième siècle avant J.-C., Érasistrate de Cos proposa l'interprétation d'une pathologie sur la base d'une anomalie morphologique, en décrivant la cirrhose du foie. Galien remarqua également que lorsqu'une fonction du corps est perturbée, l'organe concerné présente des modifications structurelles. Vésale, le père de l'anatomie moderne, et ensuite d'autres savants, tels Prévost, Dumas ou encore Virchow, s'inscriront dans ce courant de pensée et contribueront au développement de ce paradigme médical fondamental.

L'approche morphologique s'est ainsi imposée en médecine au cours des XVIII^{ème}, XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, en autorisant le développement de la physiologie et du diagnostic clinique et fonctionnel. Selon ce modèle de pensée, toute relation entre pathologie et perturbation organique doit pouvoir être établie objectivement. Dès lors, l'expérimentation sur l'animal devient un outil scientifique de grande valeur pour étudier des pathologies spontanées ou induites. Ce paradigme médical se rapproche ainsi du concept d'*animal-machine* ayant servi de référence au cours des derniers siècles.

3. 2 – Paradigme chimique

Le *paradigme chimique* prend également ses racines dans l'Antiquité. Hippocrate élabora une théorie attribuant l'origine des pathologies au déséquilibre des quatre éléments de base : la terre, l'air, l'eau et le feu, représentés dans le corps humain par les fluides de couleur (la bile jaune, la bile noire, le flegme et le sang). S'ils coexistent en équilibre harmonieux, l'organisme ne devient pas malade. Ce type de pensée est vraisemblablement à l'origine des travaux visant à proposer une dimension chimique aux processus biologiques, qu'ils soient normaux ou pathologiques.

Il faut cependant attendre les XIX^{ème} et XX^{ème} siècles pour que cette approche connaisse un certain succès en Occident. Lavoisier fut un des premiers à étudier des phénomènes biologiques fondamentaux, dont la

respiration, sous leur dimension chimique. Plus tard, Buchner prouva l'existence des enzymes. Fischer établit les bases de la structure chimique des purines, des glucides et des protéines. Krebs découvrit le cycle des acides tricarboxyliques, qui porte d'ailleurs son nom. De nombreux travaux ultérieurs permirent la découverte de la structure chimique des vitamines, des alcaloïdes, des corticostéroïdes, de l'hémoglobine et des porphyrines. Mais à cette époque, les savants se concentraient davantage sur l'aspect purement chimique de leurs travaux que sur leurs implications possibles dans le domaine de la médecine et de l'interprétation chimique des maladies.

Vers la fin du XIX^{e} siècle, les recherches d'Ehrlich sont les premières à réellement exploiter les connaissances en chimie dans le but de faire progresser la médecine. Le développement de disciplines telles que la pharmacologie, la toxicologie, l'endocrinologie ou l'immunologie est attribuable à l'étude chimique du vivant. Celle-ci a également ouvert la voie aux tests de substances chimiques sur l'animal de laboratoire, en vue de découvrir des médicaments potentiels ou une éventuelle toxicité.

Les paradigmes morphologique et chimique se rejoignent dans leur appréhension du vivant en tant que machine. Ils sont à l'origine des modèles animaux pour l'étude des pathologies humaines ou animales.

3. 3 – Paradigme informationnel-cybernétique

Le paradigme *informationnel-cybernétique* s'inscrit dans la double conception de l'*animal programmé* et de l'*animal auto-organisé*. L'information contenue dans le génome explique, au moins partiellement, les grandes lignes du fonctionnement de la matière vivante. Cette information serait contenue dans 30000 à 40000 gènes chez l'homme. Elle commande la structure des milliers de protéines qui constituent chaque organisme vivant. Un nombre croissant de pathologies peuvent s'expliquer par une ou plusieurs anomalies d'origine génétique et par la complexité des interactions faisant notamment intervenir des gènes. Les prédispositions aux maladies pourront probablement être traitées à l'avenir par une nouvelle approche préventive.

Toute structure vivante constitue un système dit *autopoïétique*. Il s'agit d'un système stable, capable de conserver sa cohérence, à travers des processus de rétrocontrôle qui ramènent ses paramètres constitutifs à leurs valeurs d'équilibre, suite à toute variation. Une entité vivante, autopoïétique, comme une cellule ou un organisme, engendre sa propre organisation et maintient son homéostasie. Ce modèle cybernétique s'applique à divers échelons d'organisation du vivant. Ainsi, l'information contenue à l'échelle moléculaire s'exprime au niveau des différents processus cellulaires, selon les schémas suivants : duplication des acides désoxyribonucléiques, transcription en acides ribonucléiques, traduction sous la forme de protéines multiples et transduction en effets divers.

Un autre niveau d'information, caractéristique du système endocrinien, illustre également parfaitement le concept de théorie de l'information. Il est articulé sur trois plans : l'hypothalamus, l'hypophyse et les glandes endocrines, telles les gonades, la médullosurrénale ou la glande thyroïde. L'activité de chacun de ces trois systèmes est régulée par le niveau adjacent en aval, sur la base d'un rétrocontrôle, positif ou négatif selon les cas. Les contrôles endocrines, paracrines ou autocrines ont chacun leur spécificité mais répondent, en première approximation, au même type de régulation. Les interactions enzyme – substrat ou ligand-récepteur sont également soumises aux même types de lois d'équilibre et de rétroaction.

La connaissance des mécanismes de transmission et de contrôle de l'information dans les systèmes vivants permet de réduire l'expérimentation animale. En effet, connaître de façon approfondie le fonctionnement normal ou pathologique d'un système biologique passe par l'exploitation optimale des informations contenues aux niveaux moléculaire et cellulaire. Ce type d'approche cybernétique laisse entrevoir de nouvelles possibilités d'expériences qui, épargnant l'animal, se centreraient sur des niveaux plus élémentaires d'organisation des êtres vivants. Apparaissent ainsi de nouvelles perspectives de développement des méthodes alternatives, auxquelles contribuent de nouvelles disciplines en plein essor, telles la génomique, la protéomique, la transcriptonique, la cytomique ou encore l'interactomique.

4. Conclusion

La société occidentale contemporaine a profondément modifié le regard qu'elle portait sur le vivant, normal ou pathologique, animal ou humain. Ce changement se traduit par une évolution dans les relations homme-animal, mais aussi par une prise en considération de la cause animale. L'homme n'est plus le centre du monde et l'animal, un simple bioréacteur de laboratoire. Décemment, il ne peut plus uniquement être tenu pour un outil de travail à notre service : il a acquis le statut d'être sensible, d'être capable de ressentir douleur et émotions. L'homme doit désormais prendre en compte le bien-être animal.

Sur le plan épistémologique, trois paradigmes ont présidé successivement à la conception biologique des animaux et continuent d'ailleurs de coexister : celui de l'*animal-machine,* qui ne voit dans l'animal qu'un système mécanique; celui de l'*animal programmé,* qui émerge avec la génétique, et celui de l'*animal auto-organisé,* qui vise à une compréhension plus globale du vivant.

L'évolution des modèles à penser a également marqué la médecine, en proie à un changement paradigmatique centré sur la conception et l'approche du vivant et, plus spécialement, sur la pathologie. Après avoir longtemps été considérée uniquement sous son angle morphologique et chimique, cette dernière entre désormais dans un cadre plus vaste où sont exploités différents niveaux d'organisation (moléculaire, cellulaire, génétique...) pour obtenir les informations cognitives désirées.

Toutes ces évolutions épistémologiques majeures et concomitantes de la prise de conscience de la souffrance animale ont autorisé le développement de technologies à l'origine de méthodes alternatives à l'expérimentation animale performantes et fiables. Celles-ci permettent de substituer à l'animal de laboratoire des techniques aptes à atteindre le même résultat scientifique sans faire intervenir d'êtres vivants sensibles, tout en garantissant une science de très haut niveau.

5. Références bibliographiques

BALLS M., *Alternatives to animal experiments : producing the fruits*, published in Alternatives to laboratory animals, Vol. 30 (4), pp. 361-362, Jul-Aug 2002

BARBEROUSSE A., KISTLER M., LUDWIG P., *La philosophie des sciences au XX^e siècle*, 354 p., Collection Champ Université, Éditions Flammarion, Paris, 2000

BRUGERE H., LAURENT J., LE BARS D. et coll., *Expérimentation animale. Mode d'emploi*, 153 p., Collection Chimie et Écologie, Éditions INSERM, Paris, 1992

CARNAUD C., MAHOUY G., MARSAC J. et coll., Livre blanc sur l'expérimentation animale, 285 p., CNRS Éditions, Les éditions INSERM, Paris, 1995

COMBES R.D., The ECVAM workshops : a critical assessment of their impact on the development, validation and acceptance of alternative methods, published in Alternatives to laboratory animals, Vol. 30 Suppl. 2, pp. 151-165, Dec. 2002

DOLAN K., *Ethics, Animals and Sciences*, 287 p., Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999

DREWS J., *Scientific Paradigms in Medicine*, 38 p., Éditions Roche, Bale, 1992

GUERRINI A., *Experimenting with Humans and Animals*, 208 p., The Johns Hopkins University Press, s.l., 2003

HAERI G., ROCHE B., *Introduction à la philosophie des sciences*, 124 p., Bibliothèque Major, Presses Universitaires de France, Paris, 1999

HARTUNG T., *Three Rs potential in the development and quality control of pharmaceuticals*, published in ALTEX, Vol. 18 suppl. 1, pp. 3-13, 2001

HOTTOIS G., MISSA J.-N., eds, *Nouvelle encyclopédie de bioéthique : médecine, environnement, biotechnologie*, 924 p., Éditions de Boeck Université, Bruxelles, 2001

HOUVENAGEL A., *Animal experiments : legal, scientific and ethical aspects, Verhandelingen – koninklijke Academie voor Geneeskunde van Belgie*, Vol. 62 (2), pp. 103-117, 2000

JUKES N., CHIUIA M., *From guinea pig to computer mouse*, 520 p., Interniche, Leicester, 2003 (seconde édition)

LOUHIMIES S., *Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes*, published in Alternatives to laboratory animals, Vol. 30 Suppl. 2, pp. 217-219, Dec. 2002

MONAMY V., *Animal Experimentation. A Guide to the Issue*, 110 p., Cambridge University Press, Cambridge, 2000

MULLER D., POLTIER H., éds, *La dignité de l'animal. Quels statuts pour les animaux à l'heure des technosciences?*, Le champ éthique n° 36, 461 p., Éditions Labor et Fides, Genève, 2000

MURRAY J.D., *Mathematical Biology*, collection Biomathematics Text, vol. n° 19, 767 p., Springer, Verlag, Berlin, 1989

POPELARD M.-D., VERNANT D., *Les grands courants de la philosophie des sciences*, 96 p., Collection MEMO n° 58, Éditions du Seuil, Paris, 1997

ROGIERS V., BEKEN S., *Alternative Methods to Animal Experiments. Actual status, developments and approach in Belgium*, 124 p., VUB University Press, Bruxelles, 2000

ZURLO J., RUDACILLE D., GOLDBERG A., *Animals and Alternatives in Testing, History, Science, and Ethics*, 86 p., Mary Ann Liebert Inc. Publishers, New York, 1994